



BEST AVAILABLE COPY

TJK/182

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARKS OFFICE

In re Application of: Jung et al.

HIGH DENSITY PLASMA  
PROCESSING APPARATUS

Serial No.: 09/881,908

Filed: June 15, 2001

Group Art Unit: 2812

COPY OF PAPERS  
ORIGINALLY FILED

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231  
Box:

Sir:

Submitted herewith is the certified copy of the original Korean foreign application for the above referenced application based on a direct national filing in the U.S. on June 15, 2001. This U.S. application claims the priority from Korean application No. 2000-32869 on June 15, 2000 and meets the formality requirements set forth under 35 U.S.C. § 119.

Please charge additional fees which may be required or credit any overpayments to deposit account number 23-2126.

Respectfully submitted,

Date: 2/20/02

By: Timothy J. Keefer, Reg. No. 35,567

Wildman, Harrold, Allen & Dixon  
0225 West Wacker Drive  
Chicago, IL 60606  
Ph. (312) 201-2000  
Fax (312) 201-2555

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to the Assistant Commissioner for patents, Washington, D.C. 20231 on

2/20/02  
Timothy J. Keefer

BEST AVAILABLE COPY  
RECEIVED  
MAR 21 2002  
TC 1700



RECEIVED

MAR 14 2002  
MAIL ROOM



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Industrial  
Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2000년 제 32869 호  
Application Number

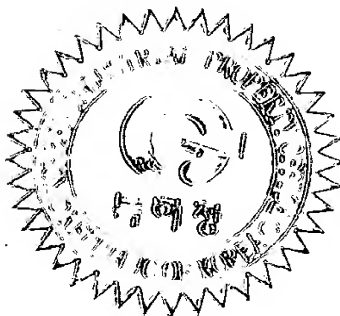
출원 년 월 일 : 2000년 06월 15일  
Date of Application

출원인 : 주성엔지니어링(주)  
Applicant(s)

RECEIVED

MAR 21 2002

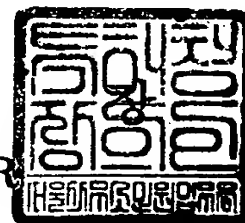
TC 1700



2000 년 08 월 31 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2000.06.15
【국제특허분류】	C23C
【발명의 명칭】	고밀도 플라즈마 반응기
【발명의 영문명칭】	High density plasma reactor
【출원인】 【명칭】	주성엔지니어링 주식회사
【출원인코드】	1-1998-096743-0
【대리인】 【성명】	허진석
【대리인코드】	9-1998-000622-1
【포괄위임등록번호】	1999-055099-1
【발명자】 【성명의 국문표기】	정순빈
【성명의 영문표기】	JUNG,Soon Bin
【주민등록번호】	711012-1573415
【우편번호】	449-810
【주소】	경기도 용인시 포곡면 둔전리 319 인정 멜로디 아파트 10동 306호
【국적】	KR
【발명자】 【성명의 국문표기】	정보신
【성명의 영문표기】	CHUNG,Bo Shin
【주민등록번호】	650823-1226311
【우편번호】	463-050
【주소】	경기도 성남시 분당구 서현동 화성아파트 622동 504호
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대 리 인         (인) <div style="text-align:right;">허진</div>

**【수수료】**

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 3 면 3,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 0 항 0 원

【합계】 32,000 원

**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

반응챔버 내에 위치한 기판 상부에 걸쳐 균일한 플라즈마 밀도를 갖도록 하는 안테나 코일이 설치된 고밀도 플라즈마 반응기에 관해 개시한다. 본 발명의 고밀도 플라즈마 반응기는: 격리된 플라즈마 반응공간을 제공하며, 자신의 최상부에 적어도 평탄면을 갖는 반응챔버와; 상기 반응챔버 내에 반응가스를 도입하기 위한 가스 공급구와; 적어도 상기 반응챔버의 평탄면에 설치되어 RF 파워를 인가받는 안테나 코일과; 상기 안테나 코일을 열교환방식으로 가열하기 위한 가열수단과; 상기 반응챔버의 평탄면과 실질적으로 평행한 상태로 기판을 장착시키기 위한 기판 장착수단을 구비하여 평면 상으로 균일한 밀도를 갖는 유도 결합 플라즈마를 발생시키는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 고밀도 플라즈마를 사용한 반도체 소자 제조공정에서 대구경의 기판에 대해 높은 공정균일도를 달성할 수 있다. 따라서, 갭 필링(gap filling), 화학증착, 스퍼터링 등의 공정에 유용하게 사용될 수 있다.

**【대표도】**

도 1a

**【색인어】**

고밀도, 플라즈마, 반응기, 유도, 결합, 안테나, 코일, 챔버, 가열기

**【명세서】****【발명의 명칭】**

고밀도 플라즈마 반응기 {High density plasma reactor}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 고밀도 플라즈마 반응기의 개략적 단면도;

도 1b는 제1 실시예의 고밀도 플라즈마 반응기 내부에서 반응기체의 흐름을 고려하여 반응챔버의 상부구조를 변경한 변형례의 개략적 단면도;

도 1c는 본 발명의 제2 실시예에 따른 고밀도 플라즈마 반응기의 개략적 단면도;

도 1d 및 도 1e는 도 1a의 공명 안테나 코일을 설명하기 위한 도면들;

도 2는 제1 실시예의 반응기 내부에서의 수평 플라즈마 밀도를 기판 중심으로부터의 거리에 따라 나타낸 그래프;

도 3은 제1 실시예의 반응기를 이용하여 실리콘 기판 상에 스퍼터링(sputtering)한 실리콘 산화막의 두께 균일도를 나타낸 도면; 및

도 4는 제1 실시예의 반응기를 이용하여 실리콘 기판 상에 화학증착한 실리콘 산화막의 두께 균일도를 나타낸 도면이다.

**\* 도면의 주요 부분에 대한 참조부호의 설명 \***

100, 100', 100' ... 반응챔버

102, 102' ... 공명 안테나 코일

104, 104' ... RF 파워 발생기

106 ... 히터

108 ... 코일 안테나 가열기

109 ... 유체 배출구

110a, 110b, 110c ... 가스 공급구

112 ... 서셉터

114 ... 기관

116 ... 기관용 RF 파워 발생기

**【발명의 상세한 설명】**

**【발명의 목적】**

**【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<19>        본 발명은 반도체 소자 제조장치에 관한 것으로, 특히 반응챔버 내에 위치한 기관 상부에 걸쳐 균일한 플라즈마 밀도를 갖도록 하는 공명 안테나 코일이 설치된 고밀도 플라즈마 반응기에 관한 것이다.

<20>        반도체 소자의 고집적화가 진행되면서, 높은 어스펙트비(aspect ratio)를 갖는 금속라인 사이의 갭을 공극(void) 없이 화학기상 증착된 절연막으로 채우는 것이 점점 어려워지고 있다. 공극이 생기는 주된 이유는, 금속라인의 돌출된 모서리에서의 절연막 증착속도가 금속라인의 내측벽에서의 증착속도보다 빨라서 갭이 채워지기 전에 갭의 입구가 막히기 때문이다. 이 문제를 해결하기 위한 방법 중의 하나는, 금속라인이 형성된 결과물에 이온들을 수직으로 충돌시키는 RF(Radio Frequency) 스퍼터 식각 공정을 사용하

여 돌출부 모서리의 절연막을 식각해 가면서 그와 동시에 증착하는 것이다.

<21> 한편, 상기한 화학기상 증착(Chemical Vapor Deposition; CVD) 외에도 식각 또는 건식세정 등의 공정의 효율성을 재고하기 위해 최근에는 고밀도 플라즈마(High Density Plasma; HDP)를 이용한 공정이 반도체 소자의 제조에 많이 채택되고 있다. 유도 결합형 플라즈마 소스(inductively coupled plasma source)에 의할 경우, 수 eV의 저 에너지로 이온들을 공정대상물에 충돌시킬 수 있는  $1 \times 10^{11} \sim 2 \times 10^{12}$  이온/cm<sup>3</sup> 가량의 고밀도 플라즈마를 얻을 수 있음은 잘 알려져 있다.

<22> 이러한 유도 결합형 플라즈마를 이용하는 종래기술의 반도체소자 제조장치에서는 통상적으로 진공 공정챔버의 일부를 이루는 석영 돔(quartz dome)의 외측면에 나선형 안테나 코일을 설치한다. 그리고, 대략 100kHz~100MHz의 RF 전류를 안테나 코일을 통해 흘린다.

<23> RF 파워가 인가된 상태에서 공명모드로 작동되면, 안테나 코일에 흐르는 RF 전류는 상기 안테나 코일이 둘러싼 반응챔버 내의 공간에 축방향의 RF 자기장을 생성시킨다. 반응챔버 내의 가스가 전자 충돌에 의해 부분적으로 이온화되지만 하면, 이 RF 자기장은 밀폐된 반응챔버 내의 가스에 순환하는 RF 전자 전류를 유도하여 고밀도 플라즈마를 유지시킨다. 이러한 구성은 RF 변압기와 마찬가지로 볼 수 있는데, 안테나 코일은 RF 변압기의 1차 권선에, 플라즈마 자체는 2차 권선에 각각 해당한다.

<24> 그러나, 이러한 유도 결합형 플라즈마는 안테나 코일이 나선형으로 감겨있기 때문에 공정챔버 내의 기판 상부에서 그 밀도가 불균일하고 환형(annular shape)을 이루는 문제점을 갖는다. 즉, 기판의 중앙부분에서 더 낮은 플라즈마 밀도를 갖는, 소위 중앙 공동 효과(hollow center effect)가 발생하는데, 이는 대구경화 추세에 있는 기판의 전



면에 균일한 공정수행 결과를 보장하는 데 악영향을 미친다. 뿐만 아니라, 안테나 코일의 안테나를 구성하는 각 권선이 서로 직렬로 연결되기 때문에 균일한 플라즈마를 얻기가 힘들다.

<25> 종래기술의 장치에 채용된 안테나 코일은 통상적으로 구리 재질로 만들어졌으며, 고밀도 플라즈마 공정시 플라즈마에 의해 발생한 열에 의한 안테나 코일의 승온을 방지하기 위해 안테나 코일용 냉각기를 구비하고 있다. 구리가 열에 대한 전도체인데도 불구하고 그보다 더 우수한 열 전도체를 안테나 코일의 재질로 선택하는 것이 바람직하다. 또한, 코일 냉각기를 이용하여 코일 온도를 낮게 설정할 경우, 온도차이에 의한 열 쇼크(thermal shock)가 발생하며, 이 과정이 반복되면 코일에 피로가 누적되어 손상이 발생할 염려가 있다. 그리고, 챔버 내는 고온으로, 안테나 코일은 저온으로 각각 유지되어, 공정단계의 진입시 챔버 내의 분위기를 안정된 고온으로 빠르게 조절할 수 없는 문제도 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<26> 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 반응챔버 내에 위치한 기판 상부에 걸쳐 균일한 플라즈마 밀도를 갖도록 하는 공명 안테나 코일이 설치된 고밀도 플라즈마 반응기를 제공하는 데 있다.

<27> 본 발명의 다른 기술적 과제는 적절한 안테나 코일 재질을 선택하고, 고밀도 플라즈마 공정에 적합한 안테나 코일온도를 설정할 수 있는 고밀도 플라즈마 반응기를 제공하는 데 있다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<28>       상기 기술적 과제들을 달성하기 위한 본 발명의 제1 측면에 따르면, 격리된 플라즈마 반응공간을 제공하며, 자신의 최상부에 평탄면을 갖는 반응챔버와; 상기 반응챔버 내에 반응가스를 도입하기 위한 하나 이상의 가스 공급구와; 병렬로 서로 연결되고 상기 반응챔버의 평탄면 상에 코일형으로 설치되는 복수개의 안테나와, 상기 각 안테나가 서로 공진될 수 있도록 상기 안테나에 직렬로 각각 연결되는 복수개의 가변 부하를 포함하여 외부 고주파 전력을 인가받는 공명 안테나 코일과; 상기 공명 안테나 코일을 열교환 방식으로 가열하기 위한 가열수단과; 상기 반응챔버의 평탄면과 실질적으로 평행한 상태로 기판을 장착시키기 위한 기판 장착수단을 구비하여 평면 상으로 균일한 밀도를 갖는 유도 결합 플라즈마를 발생시키는 고밀도 플라즈마 반응기가 제공된다.

<29>       상기 기술적 과제들을 달성하기 위한 본 발명의 제2 측면에 따르면, 격리된 플라즈마 반응공간을 제공하며, 자신의 최상부에 평탄면을 갖는 반응챔버와; 상기 반응챔버 내에 반응가스를 도입하기 위한 하나 이상의 가스 공급구와; 상기 반응챔버의 평탄면에만 설치되어 제1 고주파 전력을 인가받는 플라즈마 전극과;

<30>       병렬로 서로 연결되고 상기 반응챔버의 평탄면을 제외한 부분에 코일형으로 설치되는 복수개의 안테나와, 상기 각 안테나가 서로 공진될 수 있도록 상기 안테나에 직렬로 각각 연결되는 복수개의 가변 부하를 포함하여, 제2 고주파 전력을 인가받는 공명 안테나 코일과; 상기 공명 안테나 코일을 열교환방식으로 가열하기 위한 가열수단과; 상기 반응챔버의 평탄면과 실질적으로 평행한 상태로 기판을 장착시키기 위한 기판 장착수단을 구비하여 평면 상으로 균일한 밀도를 갖는 플라즈마를 발생시키는 고밀도 플라즈마 반응기가 제공된다.

- <31>       상기 제1 및 제2 측면에 따른 고밀도 플라즈마 반응기에 있어서, 상기 공명 안테나 코일의 안테나들은 모두 속이 빈 튜브형인 것이 바람직하며, 더욱 바람직하기로는 상기 안테나 코일의 안테나가 알루미늄으로 만들어져 있으며, 그 표면이 은으로 코팅된다.
- <32>       또한, 상기 공명 안테나 코일의 가열수단이 상기 튜브 내부로 열교환을 위한 유체를 순환시키는 수단인 것이 더 바람직하다.
- <33>       그리고, 상기 제2 측면에 따른 고밀도 플라즈마 반응기의 상기 제1 및 제2 고주파 전력이 각각 1MHz 이상의 비교적 고주파인 것이 바람직하다.
- <34>       이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 설명한다.
- <35>       [제1 실시예]
- <36>       도 1a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 고밀도 플라즈마 반응기의 개략적 단면도이다. 도 1a를 참조하면, 반응챔버(100)의 상부 전체가 평탄면으로 이루어져 있으며, 그 위에 공명 안테나 코일(102)이 동일 평면 내에 설치되어 있다. 공명 안테나 코일(102)에는 13.56MHz의 고주파 파워를 인가할 수 있는 RF 파워 발생기(104)가 연결된다. 공명 안테나 코일은 속이 빈 튜브형으로서, 구리보다 전기 및 열 전도도가 높은 알루미늄 재질로 되어 있고, 그 표면은 은으로 코팅되어 있다.
- <37>       도 1d 및 도 1e는 공명 안테나 코일(102)를 설명하기 위한 도면들로서, 도 1d는 공명 안테나 코일(102)의 개략도이고, 도 1e는 도 1d의 등가 회로도이다.
- <38>       도 1d 및 도 1e를 참조하면, 공명 안테나 코일(102)은 제1 내지 제4 안테나 유닛을 포함한다. 여기서, 제1 내지 제4 안테나 유닛이라 함은 A~B 영역, C~D 영역, E~F 영역, F~G 영역의 안테나 부분 및 이들에 각각 직렬로 접속된 가변 커패시터(305)들을 말한다.

각 안테나 유닛은 병렬로 연결되며, 안테나 부분은 코일형태를 갖는다.

<39> 각 안테나 유닛에 포함되는 안테나 부분은 도 1e에서 등가 저항과 등가 인덕턴스가 모두 포함된 임피던스( $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$ )로 표시하였다. 각 안테나 유닛에 의한 등가 임피던스( $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$ )의 허수부가 0(zero)가 되도록 가변 커패시터(305)를 조절함으로써 각 안테나 유닛이 서로 공진되도록 할 수 있다. 이러한 공진상태가 되면 각 안테나 유닛 내부에 흐르는 전류의 크기가 서로 같게 된다. 따라서, 이 과정을 통해 최외측에 위치한 안테나 유닛의 전류를 증가시킬 수 있게 된다.

<40> 전력은 고주파 전원(104)에 접속된 임피던스 정합회로(Impedance Matching Box, 303)를 통하여 공급된다. 임피던스 정합회로(303)는 공명 안테나 코일(102)과 고주파 전원(104) 사이의 임피던스를 정합시키기 위한 것이다.

<41> 공명 안테나 코일(102)를 사용하게 되면, 안테나들 상호간에 공진상태가 형성되도록 가변 커패시터(305)의 정전용량을 조절한 다음 고주파 전원(104)과의 임피던스를 정합시킴으로써 고주파 전원(104)으로부터 공급되는 전력을 반응챔버(100)내의 플라즈마로 효율적으로 전달시킬 수 있을 뿐만 아니라 반응챔버(100) 내부의 플라즈마 균일도를 향상시킬 수 있다.

<42> 다시 도 1a를 참조하면, 공명 안테나 코일(102)의 위에는 반응챔버(100)의 내부를 가열하기 위한 히터(106)가 장착되어 있다. 이 히터(106)는 반응챔버(100)의 측벽을 둘러싸도록 설치하여도 무방하다. 한편, 공명 안테나 코일(102)은 50~100℃의 온도로 가열될 수 있도록 코일 안테나(102)의 내부로 열교환 매체를 흘려보내는 코일 안테나 가열기(108)에 연결된다. 가열기(108)에서 나온 열교환 유체는 안테나 코일(102)의 내부를 순환한 후 유체 배출구(109)를 통해 외부로 배출된다.

<43> 본 실시예의 안테나 코일(102)는 반응챔버(100)의 평탄면에 설치되어 있기 때문에, 동형 반응챔버에 나선형으로 감긴 종래기술의 반응기에서 발생하는 공동 효과의 문제를 방지할 수 있다. 나아가 안테나 코일(102)를 이루는 각 안테나들을 서로 병렬로 연결시켜 공진시킴으로써 보다 균일한 플라즈마를 얻을 수 있다.

<44> 그리고, 안테나 코일(102)의 재질로서 열의 양도체인 알루미늄을 사용하고 그 표면을 코팅하였을 뿐 아니라 이를 냉각하는 것이 아니라 유체를 통해 가열하기 때문에 고밀도 플라즈마 공정에서 플라즈마 파워가 인가된 직후 플라즈마에 의해 발생하는 온도차이에 의한 열 쇼크의 문제도 방지할 수 있다. 따라서, 히터(106)를 반응챔버(100)의 벽에 설치하는 챔버벽 가열식(warm wall type)의 반응챔버(100)을 구현하여도 열 쇼크의 문제는 발생하지 않게 된다.

<45> 한편, 균일한 플라즈마 밀도를 얻기 위해서 반응챔버(100) 내부로 반응가스를 분산 공급하기 위한 다수의 공급구(110a, 110b, 110c)가 마련되는데, 특히 서셉터(112)의 둘레를 따라 설치되는 공급구(110c)는 링(ring) 형태를 가지며, 반응가스의 흐름이 기판(114)의 상방으로 집중 유도되도록 그 끝단이 서셉터(112)의 상방으로 굴곡된다.

<46> 반응챔버(100)의 벽을 설치되는 공급구(110a, 110b)를 통해서 주입되는 반응기체는 주입되는 순간 반응기체는 기판(114)의 상부, 서셉터(112)의 하부공간, 및 반응챔버(100)의 내측벽 부근 등으로 분산되어 버리기 때문에, 증착에 관여하는 반응기체의 효율이 떨어진다. 따라서, 증착에 관여하는 반응기체의 효율을 증가시키기 위해서 위와 같이 서셉터(112)의 둘레를 따라 설치되는 링 형태의 공급구(110c)가 필요하다.

<47> 서셉터(112)에도 2~4MHz의 고주파 파워를 인가할 수 있는 기판용 RF 파워 발생기(116)가 연결되어, 챔버(100) 내부에 대한 플라즈마 건식세정공정을 진행할 수 있다.

## &lt;48&gt; [변형례]

<49> 도 1b는 제1 실시예의 고밀도 플라즈마 반응기 내부에서 반응기체의 흐름을 고려하여 반응챔버의 상부구조를 변경한 변형례의 개략적 단면도이다. 도 1a에 도시된 구성요소와 동일한 부분에 대해서는 동일 참조부호를 붙이고 중복을 피하기 위해 설명을 생략한다. 도 1b를 참조하면, 반응챔버(100') 상부의 일부만 평탄면으로 되어 있는 것이 도 1a와 다른 점이다. 반응챔버(100')는 원뿔대 또는 꼭지가 잘린 정다각형인 것이 바람직하다. 도 1b의 변형례에서는 공명 안테나 코일(102')이 반응챔버 상부의 평탄면에만 설치되었으나, 그 경사면에도 더 설치될 수 있다.

## &lt;50&gt; [제2 실시예]

<51> 도 1c는 본 발명의 제2 실시예에 따른 고밀도 플라즈마 반응기의 개략적 단면도이다. 도 1c를 참조하면, 반응챔버(100')는 원뿔대 또는 꼭지가 잘린 정다각형으로 되어 있으며, 그 상부 평탄면에 안테나 코일 대신 기판(114)과의 사이에 바이어스 전압을 인가하기 위한 플라즈마 전극(118)이 마련된다. 또한, 경사면에는 공명 안테나 코일(102')이 설치된다. 플라즈마 전극(118)에 고주파 파워를 인가하는 RF 파워 발생기(104')는 공명 안테나 코일(102')용 RF 파워 발생기(104)와 별도로 마련된다.

<52> 이와 같은 구조의 고밀도 플라즈마 반응기에서는 유도 결합형 플라즈마와 용량 결합형 플라즈마(charge coupled plasma)가 동시에 공정에 이용된다. 통상적으로 상기 두 가지 플라즈마를 모두 사용할 경우, 종래기술에서는 유도 결합형 플라즈마를 발생시키는 RF 파워 발생기에는 저주파 파워를, 용량 결합형 플라즈마를 발생시키는 RF 파워 발생기에는 고주파 파워를 각각 인가하였지만, 상기 제2 실시예에서는 모두 수 MHz의 고주파 파

워가 인가된다.

<53>       상기한 제1 실시예의 반응기 내부에서의 수평 플라즈마 밀도를 기판 중심으로부터의 거리에 따라 도 2에 나타내었다. 공명 안테나 코일을 채용한 제1 실시예의 경우와 비교하기 위해 도 2에는 종래의 안테나 코일을 사용한 경우의 결과도 함께 나타내었다. 도 2를 참조하면, 기판의 중심으로부터 멀어지더라도 본 발명의 실시예에 따른 반응기 내부에서의 수평 플라즈마 밀도는 그 균일도가 별로 떨어지지 않는 것을 알 수 있다.

<54>       도 3은 제1 실시예의 반응기를 이용하여 실리콘 기판 상에 스퍼터링(sputtering)한 실리콘 산화막의 두께 균일도를 나타낸 도면이다. 실리콘 기판의 직경은 200mm이었으며, 테두리 5mm를 제외하고 25개의 점에서 막의 두께를 측정한 결과, 평균값은 542Å이었으며, 표준편차(standard deviation)는 8.9Å인 비교적 균일한 두께를 갖는 막을 형성하였다.

<55>       도 4는 제1 실시예의 반응기를 이용하여 실리콘 기판 상에 화학증착한 실리콘 산화막의 두께 균일도를 나타낸 도면이다. 실리콘 기판의 직경은 200mm이었으며, 테두리 5mm를 제외하고 49개의 점에서 막의 두께를 측정한 결과, 평균값은 5530Å이었으며, 표준편차(standard deviation)는 60.9Å인 균일한 막을 얻을 수 있었다.

#### 【발명의 효과】

<56>       상술한 바와 같은 본 발명에 의하면, 고밀도 플라즈마를 사용한 반도체 소자 제조 공정에서 대구경의 기판에 대해 높은 공정균일도를 달성할 수 있다. 따라서, 갭 필링(gap filling), 화학증착, 스퍼터링 등의 공정에 유용하게 사용될 수 있다.

- <57>        본 발명은 상기 실시예에만 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 많은 변형이 가능함은 명백하다.



**【특허청구범위】****【청구항 1】**

평면 상으로 균일한 밀도를 갖는 유도 결합 플라즈마를 발생시키는 고밀도 플라즈마 반응기에 있어서,

격리된 플라즈마 반응공간을 제공하며, 자신의 최상부에 평탄면을 갖는 반응챔버와;

상기 반응챔버 내에 반응가스를 도입하기 위한 하나 이상의 가스 공급구와;

병렬로 서로 연결되고 상기 반응챔버의 평탄면 상에 코일형으로 설치되는 복수개의 안테나와, 상기 각 안테나가 서로 공진될 수 있도록 상기 안테나에 직렬로 각각 연결되는 복수개의 가변 부하를 포함하여 외부 고주파 전력을 인가받는 공명 안테나 코일과;

상기 공명 안테나 코일을 열교환방식으로 가열하기 위한 가열수단과;

상기 반응챔버의 평탄면과 실질적으로 평행한 상태로 기관을 장착시키기 위한 기관 장착수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 고밀도 플라즈마 반응기.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서, 상기 공명 안테나 코일의 안테나가 속이 빈 튜브형인 것을 특징으로 하는 고밀도 플라즈마 반응기.

**【청구항 3】**

제2항에 있어서, 상기 공명 안테나 코일의 안테나가 알루미늄으로 만들어져 있으며, 그 표면이 은으로 코팅된 것을 특징으로 하는 고밀도 플라즈마 반응기.

**【청구항 4】**

제2항에 있어서, 상기 공명 안테나 코일의 가열수단이 상기 튜브 내부로 열교환을 위한 유체를 순환시키는 수단인 것을 특징으로 하는 고밀도 플라즈마 반응기.

**【청구항 5】**

제1항에 있어서, 상기 반응챔버를 가열하기 위한 히터를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 고밀도 플라즈마 반응기.

**【청구항 6】**

제1항에 있어서, 상기 가스 공급구 중의 적어도 하나는 반응가스의 흐름이 기관의 상방으로 집중 유도되도록 상기 기관 장착수단의 둘레를 따라 링 형태로 설치되되 그 끝단이 상기 기관 장착수단의 상방으로 굴곡되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 고밀도 플라즈마 반응기.

**【청구항 7】**

평면 상으로 균일한 밀도를 갖는 플라즈마를 발생시키는 고밀도 플라즈마 반응기에 있어서,

격리된 플라즈마 반응공간을 제공하며, 자신의 최상부에 평탄면을 갖는 반응챔버와;

상기 반응챔버 내에 반응가스를 도입하기 위한 하나 이상의 가스 공급구와;

상기 반응챔버의 평탄면에만 설치되어 제1 고주파 전력을 인가받는 플라즈마 전극과;

병렬로 서로 연결되고 상기 반응챔버의 평탄면을 제외한 부분에 코일형으로 설치되

는 복수개의 안테나와, 상기 각 안테나가 서로 공진될 수 있도록 상기 안테나에 직렬로 각각 연결되는 복수개의 가변 부하를 포함하여, 제2 고주파 전력을 인가받는 공명 안테나 코일과;

상기 공명 안테나 코일을 열교환방식으로 가열하기 위한 가열수단과;

상기 반응챔버의 평탄면과 실질적으로 평행한 상태로 기판을 장착시키기 위한 기판 장착수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 고밀도 플라즈마 반응기.

**【청구항 8】**

제7항에 있어서, 상기 공명 안테나 코일의 안테나가 속이 빈 튜브형인 것을 특징으로 하는 고밀도 플라즈마 반응기.

**【청구항 9】**

제8항에 있어서, 상기 공명 안테나 코일의 안테나가 알루미늄으로 만들어져 있으며, 그 표면이 은으로 코팅된 것을 특징으로 하는 고밀도 플라즈마 반응기.

**【청구항 10】**

제8항에 있어서, 상기 공명 안테나 코일의 가열수단이 상기 튜브 내부로 열교환을 위한 유체를 순환시키는 수단인 것을 특징으로 하는 고밀도 플라즈마 반응기.

**【청구항 11】**

제7항에 있어서, 상기 제1 및 제2 고주파 전력이 각각 1MHz 이상의 비교적 고주파인 것을 특징으로 하는 고밀도 플라즈마 반응기.

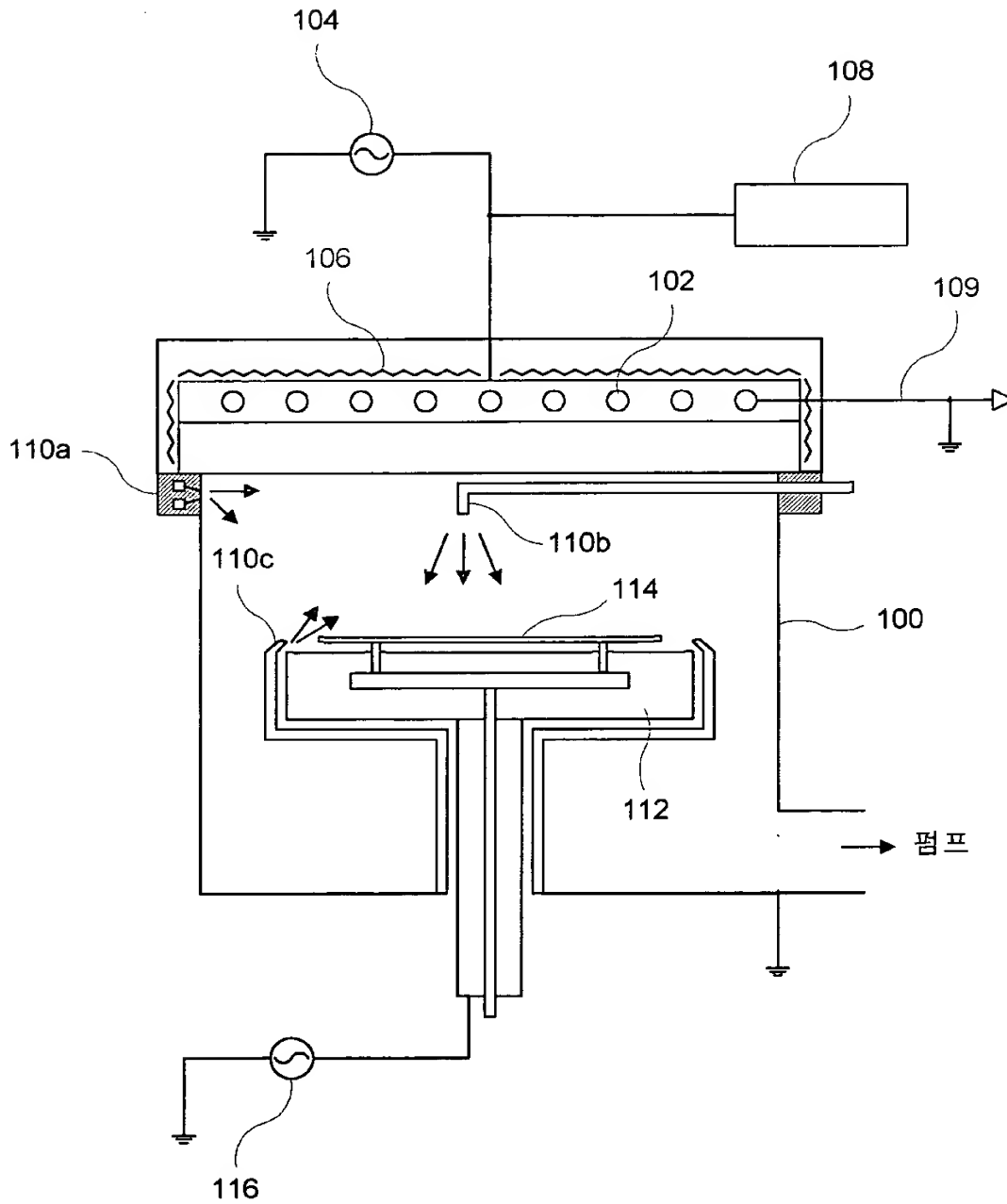
**【청구항 12】**

제7항에 있어서, 상기 가스 공급구 중의 적어도 하나는 반응가스의 흐름이 기판의

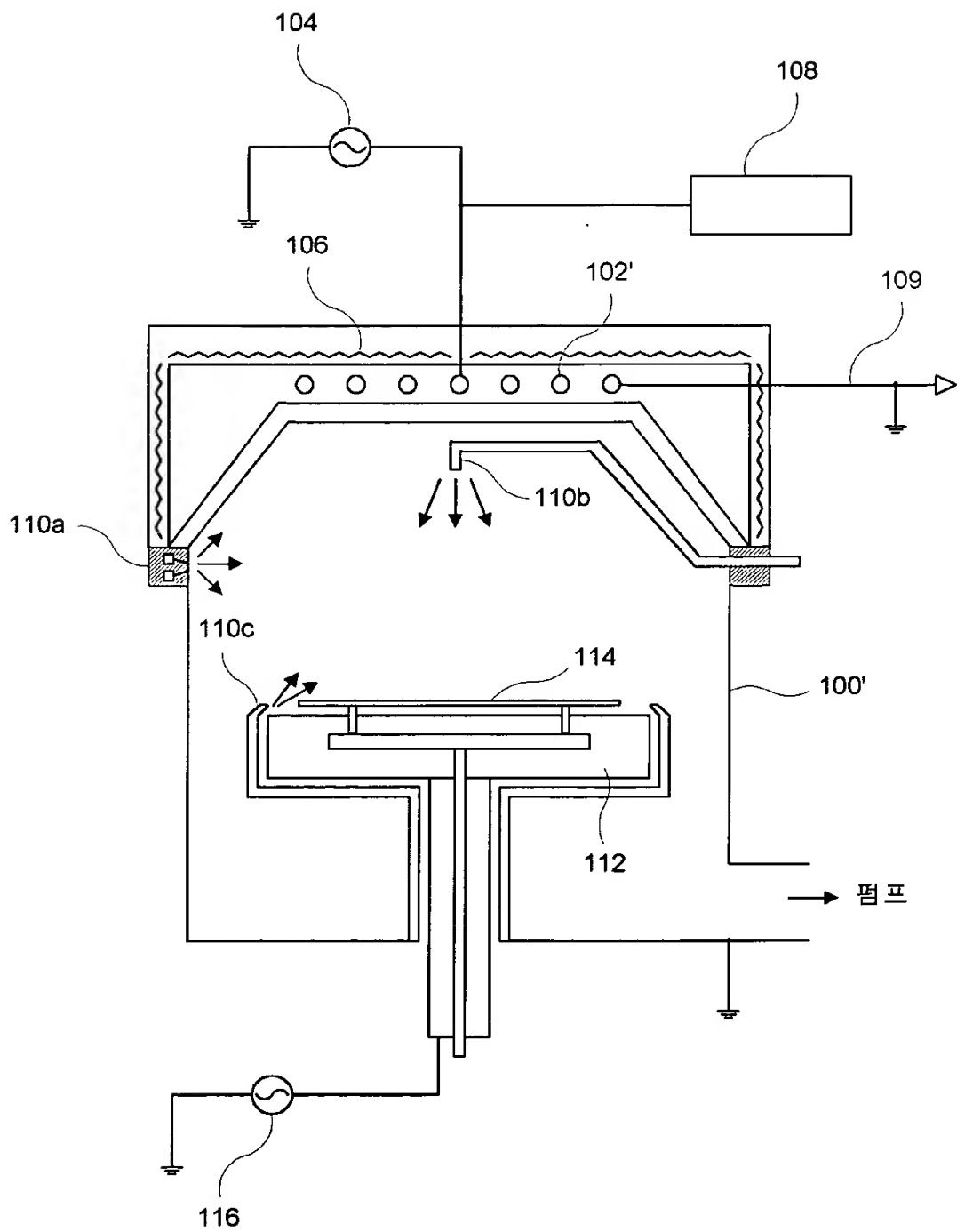
· 상방으로 집중 유도되도록 상기 기판 장착수단의 둘레를 따라 링 형태로 설치되되 그 끝  
· 단이 상기 기판 장착수단의 상방으로 굴곡되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 고밀도  
플라즈마 반응기.

## 【도면】

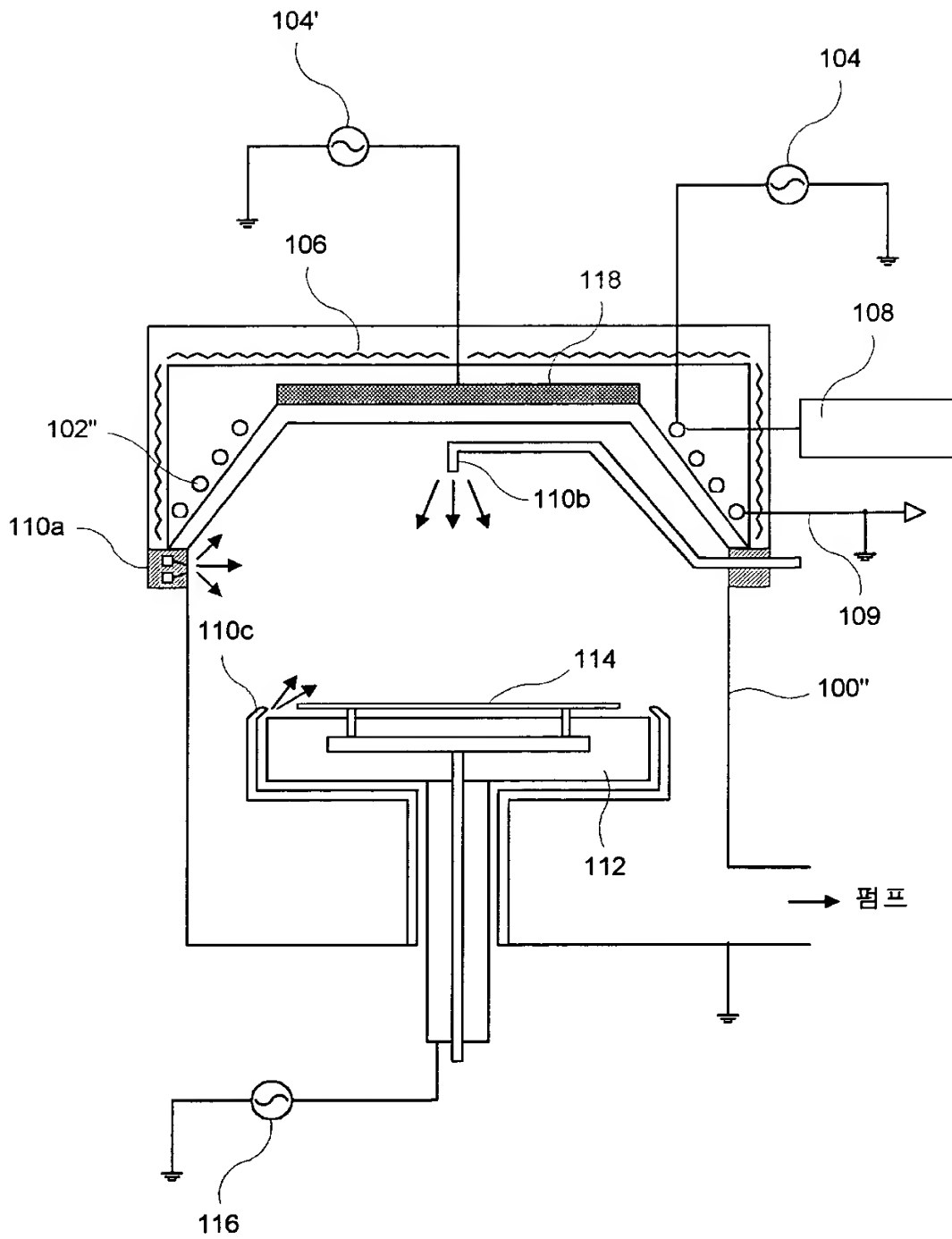
【도 1a】



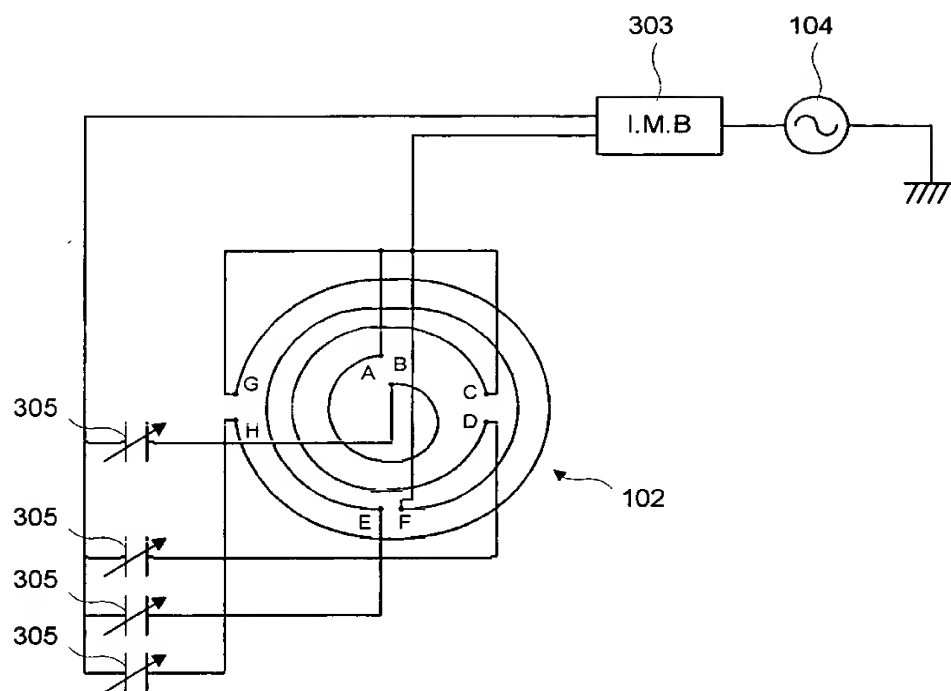
【도 1b】



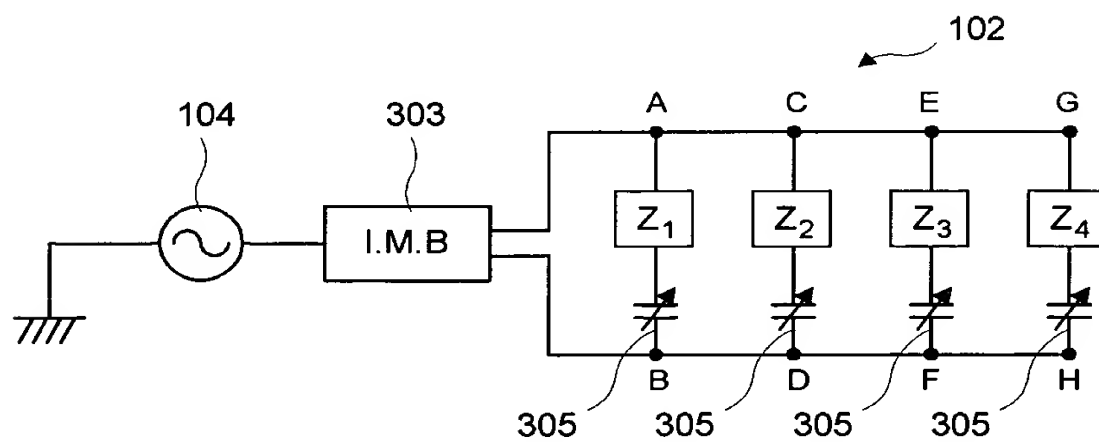
【도 1c】



【도 1d】

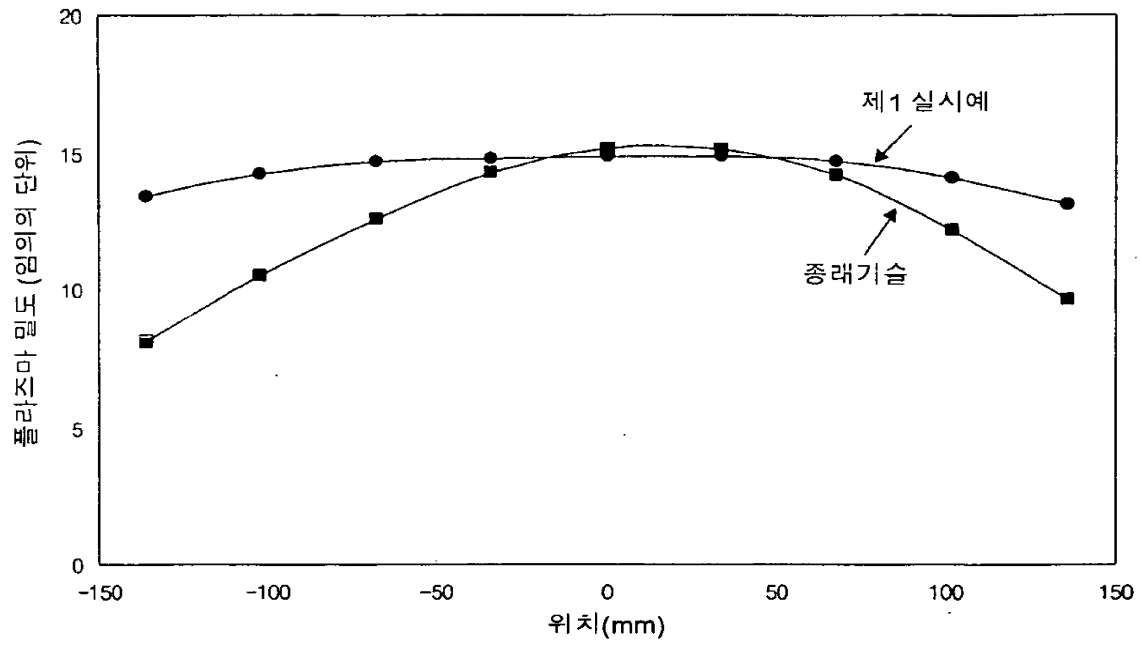


【도 1e】

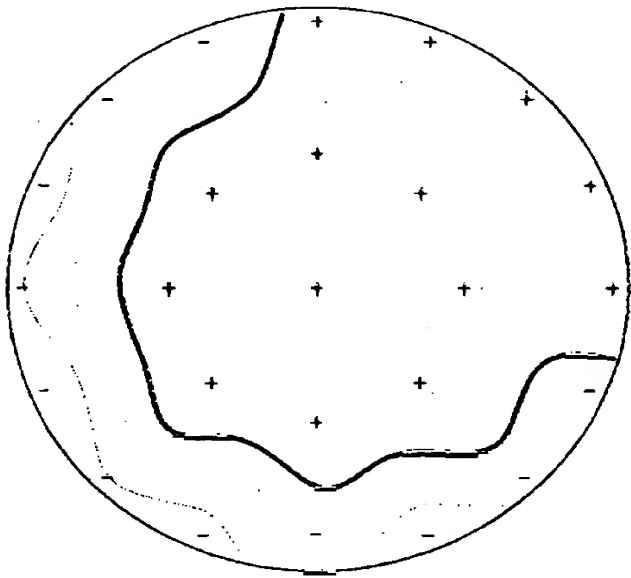




【도 2】



【도 3】



【도 4】

